Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan salah satu alat statistika yang sangat populer digunakan user dalam mengolah data statistika. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui hubungan satu atau lebih variabel tergantung (*dependent variable*) terhadap satu atau lebih variabel bebas (*independent variable*). Dalam Bab 3 ini akan dibahas mengenai regresi berganda dan regresi dengan bentuk polynomial. Regresi berganda terjadi apabila variabel bebasnya lebih dari satu variabel, sedangkan regresi polinomial apabila bentuk modelnya sudah berderajat lebih dari satu.

Regresi Berganda

Jika terdapat k variabel bebas, x dan Y merupakan variabel tergantung, maka diperoleh model linier dari regresi berganda seperti rumus [3.1].

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \Lambda + \beta_k x_k + \varepsilon \qquad [3.1]$$

Aplikasi Regresi Berganda

Suatu penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh panjang kabel (x_1) dan jenis kabel (x_2) terhadap kekuatan daya tarik kabel (y). Eksperimen dilakukan dengan mengukur secara acak 25 kabel dan diperoleh data seperti Tabel 3.1 (Douglas & George, 2003).

Tabel 3.1 Data Aplikasi Regresi Berganda

No	y	x_1	x_2	No	y	x_1	x_2
1	9.95	2	50	14	11.66	2	360
2	24.45	8	110	15	21.65	4	205
3	31.75	11	120	16	17.89	4	400
4	35.00	10	550	17	69.00	20	600
5	25.02	8	295	18	10.30	1	585
6	16.86	4	200	19	34.93	10	540
7	14.38	2	375	20	46.59	15	250
8	9.60	2	52	21	44.88	15	290
9	24.35	9	100	22	54.12	16	510
10	27.5	8	300	23	56.63	17	590
11	17.08	4	412	24	22.13	6	100
12	37.00	11	400	25	21.15	5	400
13	41.95	12	500				

Dengan menggunakan data Tabel 3.1 akan dilakukan analisis regresi menggunakan tingkat signifikansi 5%.

Penyelesaian

Dalam aplikasi regresi berganda di atas, langkah-langkah dalam penyelesaian menggunakan analisis regresi berganda sebagai berikut.

Pendefinisian Variabel Data

Perhatikan Tabel 3.1 terdapat 4 variabel data, yaitu No, y, x_1, x_2. Jadi akan didefinisikan terlebih dahulu variabel-variabel tersebut.

1. Buka **PASW 18.**
2. Buka window **PASW Data Editor – Variable View.**
   - ➔ Variabel data: **No**, isikan pada baris 1.

Name: **No**

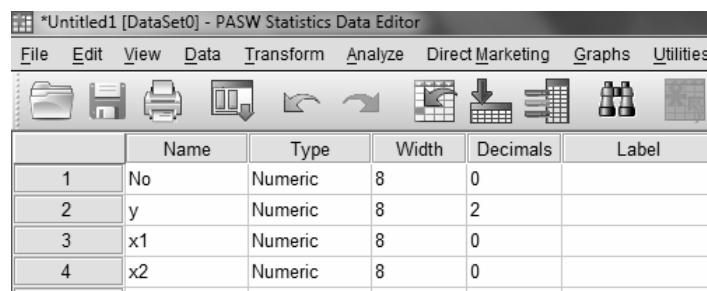
Decimals: **0**, abaikan kolom yang lain.

➔ Variabel data: **y**, isikan pada baris 2.

Name: **y**

Decimals: **2**, abaikan kolom yang lain.

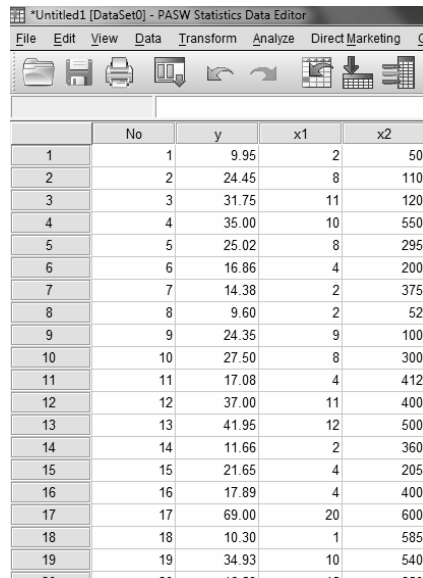
➔ Variabel data: **x1**, isikan pada baris 3.

Name: **x1**

Decimals: **0**, abaikan kolom yang lain.

➔ Variabel data: **x2**, isikan pada baris 4.

Name: **x2**

Decimals: **0**, abaikan kolom yang lain.

Window PASW Data Editor - Variable View tampak seperti berikut.

Gambar 3.1 Variable View aplikasi regresi berganda

INPUT VARIABEL DATA

Setelah variabel data didefinisikan, langkah selanjutnya memasukkan data sesuai dengan Tabel 3.1.

1. Buka **PASW Data Editor – Data View.**
2. Masukkan data sesuai dengan Tabel 3.1 sehingga **PASW Data Editor – Data View** nampak seperti Gambar 3.2.

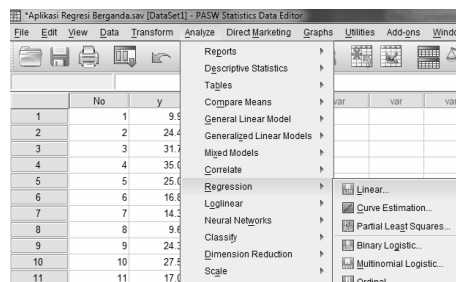
	No	y	x1	x2
1	1	9.95	2	50
2	2	24.45	8	110
3	3	31.75	11	120
4	4	35.00	10	550
5	5	25.02	8	295
6	6	16.86	4	200
7	7	14.38	2	375
8	8	9.60	2	52
9	9	24.35	9	100
10	10	27.50	8	300
11	11	17.08	4	412
12	12	37.00	11	400
13	13	41.95	12	500
14	14	11.66	2	360
15	15	21.65	4	205
16	16	17.89	4	400
17	17	69.00	20	600
18	18	10.30	1	585
19	19	34.93	10	540

Gambar 3.2 Data View aplikasi regresi berganda

3. Simpan data yang sudah dimasukkan dengan nama: **Aplikasi Regresi Berganda**. Data dapat dibuka pada Bonus CD dengan nama **Aplikasi Regresi Berganda.sav**.

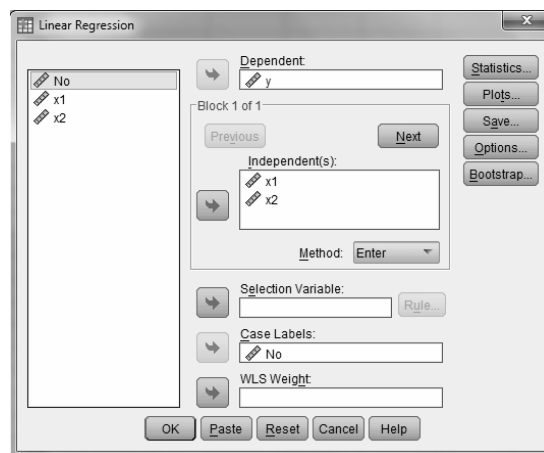
Analisis PASW

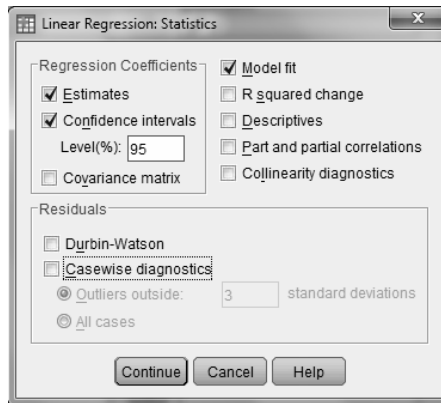
Untuk menganalisis dengan PASW, user dapat melakukannya, baik dari window aktif Variable View, Data View, maupun Data Viewer.

1. Klik menu **Analyze–Regression–Linear….**

Gambar 3.3 Analyze-Regression-Linear…

Dari langkah 1 akan muncul kotak dialog Linear Regression. Isikan:

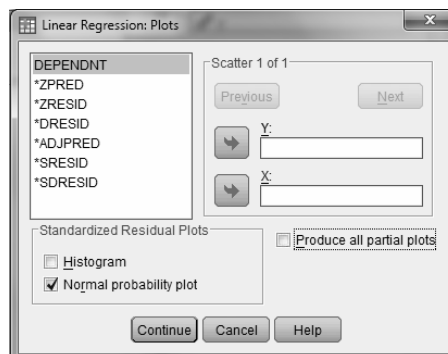
- ➔ Dependent: **y**, dengan cara arahkan kursor ke y kemudian klik sehingga **y** masuk ke kotak **Dependent**.
- ➔ Independent (s): **x1**, dengan cara arahkan kursor ke x1 lalu klik sehingga **x1** masuk ke kotak **Independent(s)**. Lakukan dengan cara yang sama untuk variabel **x2**.
- ➔ Case Labels: **No**, dengan cara arahkan kursor ke No kemudian klik sehingga **No** masuk ke kotak **Case Labels**.

Tampilan kotak dialog Linear Regression seperti Gambar 3.4.

Gambar 3.4 Linear Regression

2. Klik **Statistics…**
   - ➔ Klik **Estimates**. PASW memberikan default Estimates.
   - ➔ Klik **Model fit**. PASW memberikan default Model fit.
   - ➔ Klik **Confidence Interval.**
   - ➔ Klik **Continue**.

Gambar 3.5 Linear Regression: Statistics

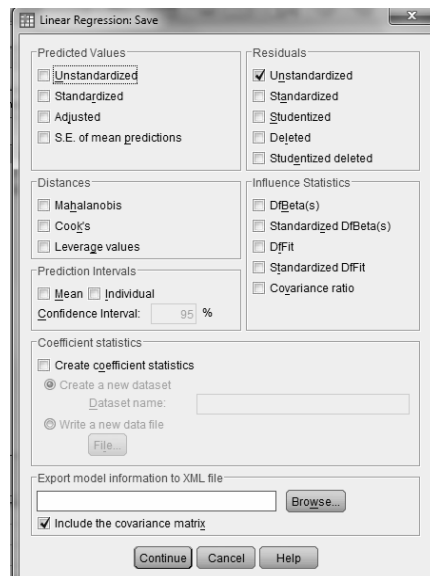
3. Klik **Plots…** sehingga muncul kotak dialog Linear Regression: Plots.

   ➔ Klik **Normal probability plot.**

   ➔ Klik **Continue**.

Gambar 3.6 Linear Regression: Plots

4. Klik **Save…** sehingga muncul kotak dialog Linear Regression: Save.

   ➔ Klik **Unstandardized** pada kotak **Residual.**

   ➔ Klik **Continue**.

Gambar 3.7 Linear Regression: Save.

5. Klik **OK.**
6. Output. Hasil output dapat dibuka pada Bonus CD dengan nama **Aplikasi Regresi Berganda.spv**.

Output 1

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	x2, x1[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: y

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.991[a]	.981	.979	2.28805

a. Predictors: (Constant), x2, x1

b. Dependent Variable: y

Output 2

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5990.771	2	2995.386	572.167	.000[a]
	Residual	115.173	22	5.235		
	Total	6105.945	24			

a. Predictors: (Constant), x2, x1

b. Dependent Variable: y

Output 3

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	2.264	1.060		2.136	.044	.065	4.462
	x1	2.744	.094	.928	29.343	.000	2.550	2.938
	x2	.013	.003	.142	4.477	.000	.007	.018

a. Dependent Variable: y

Output 4

Residuals Statistics[a]

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	8.3787	64.6659	29.0328	15.79922	25
Residual	-3.86500	5.84093	.00000	2.19064	25
Std. Predicted Value	-1.307	2.255	.000	1.000	25
Std. Residual	-1.689	2.553	.000	.957	25

a. Dependent Variable: y

Output 5

Charts

Output 6

*Aplikasi Regresi Berganda.sav [DataSet1] - PASW Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-or

	No	y	x1	x2	RES_1
1	1	9.95	2	50	1.57128
2	2	24.45	8	110	-1.14601
3	3	31.75	11	120	-2.20409
4	4	35.00	10	550	-1.59678
5	5	25.02	8	295	-2.89365
6	6	16.86	4	200	1.11357
7	7	14.38	2	375	1.92974
8	8	9.60	2	52	1.19622
9	9	24.35	9	100	-3.86500
10	10	27.50	8	300	-.47629
11	11	17.08	4	412	-1.32233
12	12	37.00	11	400	-.46188
13	13	41.95	12	500	.49107
14	14	11.66	2	360	-.60234
15	15	21.65	4	205	5.84093
16	16	17.89	4	400	-.36199
17	17	69.00	20	600	4.33413
18	18	10.30	1	585	-2.03683
19	19	34.93	10	540	-1.54151

7. Analisis dan interpretasi

Output 1. Perhatikan tabel pertama output 1 adalah tabel **Variable Entered/Removed**, nampak bahwa dengan menggunakan metode **Enter** terdapat dua variabel yang masuk (**Entered**) ke dalam model [1], yaitu x1 dan x2, dengan variabel dependen adalah y.

Tabel kedua adalah **Model Summary**. Dari tabel ini diperoleh koefisien determinasi dari regresi ganda [R Square] R^2=0.981. Dengan kata lain, sebesar 98.1% variabilitas kekuatan daya tarik y dapat dijelaskan oleh model dengan panjang kabel (x_1) dan jenis kabel (x_2) sebagai variabel bebasnya.

Permasalahan yang sering muncul dalam analisis regresi, biasanya semakin banyak variabel bebas yang masuk dalam model [1] akan membuat R^2 semakin besar. Hal ini membuat bias karena akan sulit menentukan peningkatan besaran R^2 karena adanya variabel bebas yang masuk ke dalam model atau karena sebab lain. Karena itulah banyak user analisis regresi yang menggunakan R^2 yang diperbaiki atau R^2_{adj}. Dari tabel **Model Summary** diperoleh R^2_{adj}=0.979.

Output 2. Perhatikan output 2, Tabel ANOVA digunakan untuk melakukan uji signifikansi dari regresi. Dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \Lambda = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, \exists j, i = 1,2,3,...,k$$

Dipilih tingkat signifikansi 5%.

Tabel ANAVA

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5990.771	2	2995.386	572.167	.000[a]
	Residual	115.173	22	5.235		
	Total	6105.945	24			

a. Predictors: (Constant), x2, x1

b. Dependent Variable: y

Perhatikan kolom Sig. diperoleh Sig.=0.000. Karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.000$ maka H_0 ditolak. Dengan kata lain, kekuatan daya tarik y berhubungan linier dengan panjang kabel (x_1) dan jenis kabel (x_2).

Dari output 2 juga dapat ditentukan estimasi dari nilai σ^2, merupakan jumlah kuadrat sesatan dibagi dengan derajat bebas sesatan. Dari Tabel ANOVA diperoleh $\hat{\sigma}^2 = \frac{115.173}{22} = 5.235$.

Output 3. Perhatikan output 3, dari **Tabel Coefficients**.

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	2.264	1.060		2.136	.044	.065	4.462
	x1	2.744	.094	.928	29.343	.000	2.550	2.938
	x2	.013	.003	.142	4.477	.000	.007	.018

a. Dependent Variable: y

Dari Tabel **Coefficients kolom Unstandardized Coefficients B**, diperoleh model regresi untuk kasus aplikasi regresi berganda seperti persamaan [3.2].

$$\hat{y} = 2.264 + 2.744x1 + 0.013x2 \quad [3.2]$$

Dengan bentuk lain [3.2] dapat ditulis seperti [3.3].

Kekuatan daya tarik = 2.264 + 2.744 panjang kabel +
0.013 jenis kabel [3.3]

Dari [3.3], dapat dianalisis bahwa kekuatan daya tarik kabel berhubungan linier positif dengan panjang kabel dan jenis kabel. Artinya, semakin panjang dan semakin bagus kualitas kabel akan berpengaruh positif terhadap daya tarik kabel.

Selanjutnya dapat diperhatikan kolom t dan Sig. untuk menguji koefisien regresi secara individual. Misal, user ingin menguji koefisien untuk koefisien x_2 maka dilakukan langkah-langkah berikut:

$H_0 : \beta_2 = 0$

$H_1 : \beta_2 \neq 0$

Dipilih tingkat signifikansi 5%.

Perhatikan kolom t dan Sig. diperoleh t=4.477 dan Sig.=0.000. Karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.000$ maka H_0 ditolak. Dengan kata lain, user dapat membuat kesimpulan bahwa variabel x_2 berkontribusi secara signifikan dalam model [3.2] atau [3.3]. Dengan cara yang sama, user dapat melakukan uji koefisien regresi x_1 dan konstan. Dari kolom t dan Sig. nampak bahwa untuk konstanta maupun koefisien regresi x_1 sama-sama mempunyai kontribusi secara signifikan ke dalam model [3.2] atau [3.3].

Dari kolom 95% Confidence Interval for B diperoleh interval konfidensi 95% untuk masing-masing koefisien regresi sebagai berikut:

$$0.065 \le \beta_0 \le 4.462$$
$$2.550 \le \beta_1 \le 2.938$$
$$0.007 \le \beta_2 \le 0.018$$

Output 4. Output 4 merupakan tabel berisi ukuran statistika residual $e_i = y_i - \hat{y}_i$. Nilai penghitungan residual diperlihatkan secara lengkap pada output 6. Pada Tabel **Residual Statitics**, nampak bahwa nilai residual paling rendah sebesar -3.865 dan terbesar sebesar 5.8093. Nilai penduga terendah sebesar 8.3787 dan terbesar 64.6659.

Output 5. Output 5 adalah plot kenormalan dari variabel tergantung y. Dari plot **Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual** nampak bahwa sebaran data berada pada persekitaran garis. Hal ini bisa jadi indikator bahwa asumsi kenormalan dipenuhi. Namun, sesungguhnya asumsi kenormalan tidak bisa ditentukan hanya dari visualisasinya saja, perlu uji kenormalan yang dapat menjamin keterpenuhinya asumsi kenormalan.

Output 6. Output 6 merupakan hasil olah data PASW analyze-Regression-Linear-Save-Unstandardized. Hasil output tidak muncul pada window viewer melainkan pada window PASW Statistics Data Editor seperti output 6.

*Aplikasi Regresi Berganda.sav [DataSet1] - PASW Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-

	No	y	x1	x2		RES_1
1	1	9.95	2	50		1.57128
2	2	24.45	8	110		-1.14601
3	3	31.75	11	120		-2.20409
4	4	35.00	10	550		-1.59678
5	5	25.02	8	295		-2.89365
6	6	16.86	4	200		1.11357
7	7	14.38	2	375		1.92974
8	8	9.60	2	52		1.19622
9	9	24.35	9	100		-3.86500
10	10	27.50	8	300		-.47629
11	11	17.08	4	412		-1.32233
12	12	37.00	11	400		-.46188
13	13	41.95	12	500		.49107
14	14	11.66	2	360		-.60234
15	15	21.65	4	205		5.84093
16	16	17.89	4	400		-.36199
17	17	69.00	20	600		4.33413
18	18	10.30	1	585		-2.03683
19	19	34.93	10	540		-1.54151

Apabila user melihat kembali analisis dari output 4, nilai residual minimum sebesar -3.865. Maka pada output 6 dapat diketahui nilai residual terjadi pada respon kabel no. 9, dengan respon kekuatan daya tarik sebesar 24.35 dan panjang kabel 9 serta jenis kabel 100. Sebaliknya, residual maksimum ada pada respon kabel no. 15.

Regresi Polinomial

Bentuk regresi polinomial merupakan pengembangan dari regresi linier. Misalkan bentuk model linier dari regresi polinomial berderajat dua dengan satu variabel seperti persamaan [3.4].

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \varepsilon \qquad [3.4]$$

Aplikasi Regresi Polinomial

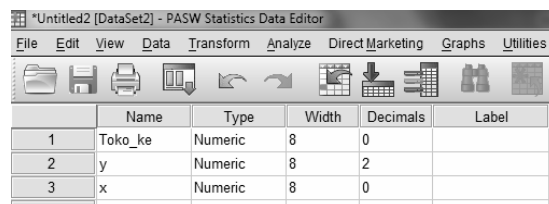
Suatu artikel yang mengulas pengaruh produktivitas bisnis retail menduga bahwa factor ukuran toko (1000feet^2) memengaruhi produktivitas retail grosir yang diukur dalam ukuran "*value added*" ($). Data diperoleh seperti Tabel 3.2. (Mendenhall *et al*, 1999.)

Tabel 3.2 Data Aplikasi Regresi Polinomial

Toko ke-	y	x
1	4.08	21
2	3.4	12
3	3.51	25.2
4	3.09	10.4
5	2.92	30.9
6	1.94	6.8
7	4.11	19.6
8	3.16	14.5
9	3.75	25
10	3.6	19.1

Dengan menggunakan data Tabel 3.2 akan dilakukan analisis regresi polinomial menggunakan tingkat signifikansi 5%.

Penyelesaian

Dalam aplikasi regresi polinomial di atas, langkah-langkah dalam penyelesaian menggunakan analisis regresi berganda adalah sebagai berikut.

Pendefinisian Variabel Data

Perhatikan Tabel 3.2 terdapat 3 variabel data, yaitu Toko ke-, y, dan x. Jadi akan didefinisikan terlebih dahulu variabel-variabel tersebut.

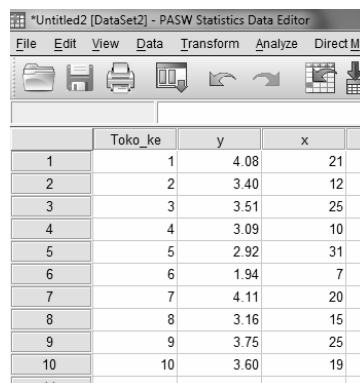
1. Buka **PASW 18.**
2. Buka window **PASW Data Editor – Variable View.**

   ➔ Variabel data : **Toko_ke**, isikan pada baris 1.

   Name : **Toko_ke**

   Decimals : **0**, abaikan kolom yang lain.

➔ Variabel data : **y**, isikan pada baris 2.
Name : **y**
Decimals : **2**, abaikan kolom yang lain.
➔ Variabel data : **x**, isikan pada baris 3.
Name : **x**
Decimals : **1**, abaikan kolom yang lain.

Window **PASW Data Editor- Variable View** seperti Gambar 3.8.

	Name	Type	Width	Decimals	Label
1	Toko_ke	Numeric	8	0	
2	y	Numeric	8	2	
3	x	Numeric	8	0	

Gambar 3.8 Variable View Aplikasi Regresi Polinomial

Input Variabel Data

Setelah variabel data didefinisikan, langkah selanjutnya memasukkan data sesuai dengan Tabel 3.2.

1. Buka **PASW Data Editor – Data View.**
2. Masukkan data sesuai dengan Tabel 3.2 sehingga **PASW Data Editor – Data View** nampak seperti Gambar 3.9.

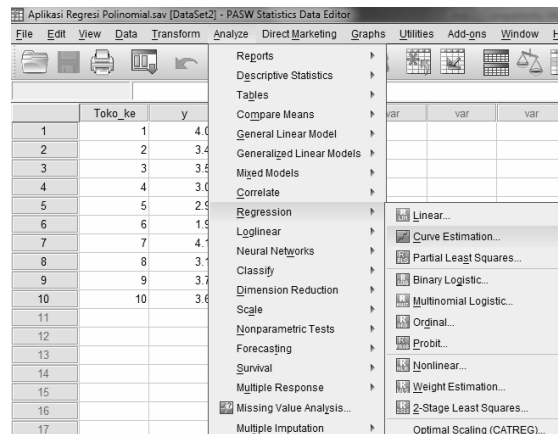
	Toko_ke	y	x
1	1	4.08	21
2	2	3.40	12
3	3	3.51	25
4	4	3.09	10
5	5	2.92	31
6	6	1.94	7
7	7	4.11	20
8	8	3.16	15
9	9	3.75	25
10	10	3.60	19

Gambar 3.9 Data View Aplikasi Regresi Polinomial

3. Simpan data yang sudah dimasukkan dengan nama: **Aplikasi Regresi Polinomial**. Data dapat dibuka pada Bonus CD dengan nama **Aplikasi Regresi Polinomial.sav**.

ANALISIS PASW

Untuk menganalisis dengan PASW, user dapat melakukannya dari window aktif Variable View, Data View, maupun Data Viewer.

1. Klik **Analyze – Regression – Curve Estimation….**

Gambar 3.10 Analyze-Regression-Curve Estimation…

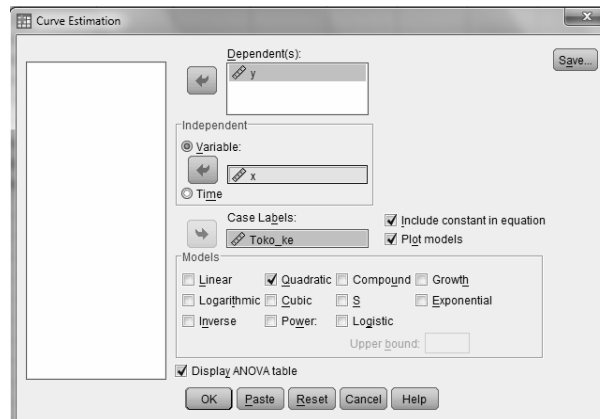
Dari langkah 1 akan muncul kotak dialog **Curve Estimation**. Isikan:

➔ Dependent(s): **y**, dengan cara arahkan kursor ke y kemudian klik ➔ sehingga **y** masuk ke kotak **Dependent**.

➔ Variable**: x,** dengan cara arahkan kursor ke x kemudian klik ➔ sehingga x masuk ke kotak variable (Independent).

➔ Case Labels**: Toko_ke,** dengan cara arahkan kursor ke Toko_ke kemudian klik ➔ sehingga **Toko_ke** masuk ke kotak **Case Labels.**

2. Klik **Quadratic.**
3. Klik **Display ANOVA table.**

Tampilan kotak dialog Curve Estimation seperti Gambar 3.11.

Gambar 3.11 Curve Estimation

4. Klik **OK.**
5. Output. Hasil output dapat dibuka pada Bonus CD dengan nama **Aplikasi Regresi Polinomial.spv.**

Output 1

Curve Fit

Model Description

Model Name		MOD_3
Dependent Variable	1	y
Equation	1	Quadratic
Independent Variable		x
Constant		Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots		Toko_ke
Tolerance for Entering Terms in Equations		.0001

Case Processing Summary

	N
Total Cases	10
Excluded Cases[a]	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		y	x
Number of Positive Values		10	10
Number of Zeros		0	0
Number of Negative Values		0	0
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Output 2

y

Quadratic

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.938	.879	.845	.250

The independent variable is x.

Output 3

ANOVA

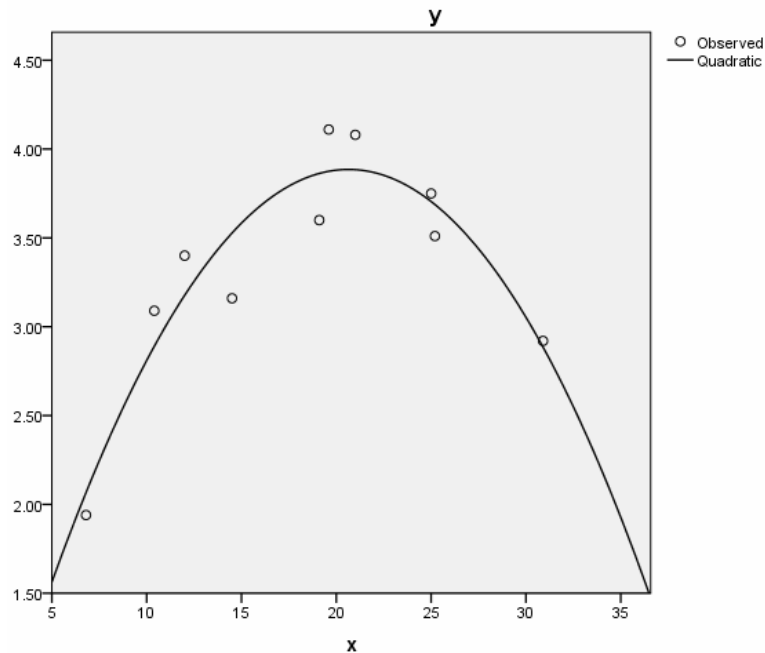
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	3.199	2	1.599	25.530	.001
Residual	.439	7	.063		
Total	3.637	9			

The independent variable is x.

Output 4

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
x	.392	.058	4.638	6.757	.000
x ** 2	-.009	.002	-4.248	-6.188	.000
(Constant)	-.159	.501		-.318	.760

Output 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI

Output 1. Perhatikan Tabel **Model Description,** nampak bahwa variabel dependen adalah y dan independen x, dengan persamaan yang dibentuk adalah model regresi kuadratik.

Tabel **Case Processing Summary**, memberikan informasi bahwa total data sebanyak 10 cases. Sedangkan Tabel **Variable Processing Summary** memberikan informasi tentang jumlah data yang bernilai positif, negative, 0, dan missing data. Dari Tabel **Variable Processing Summary** diketahui semuanya ada 10 data bernilai positif.

Output 2. Perhatikan Tabel **Model Summary**, dengan model regresi polinomial bentuk kuadratik nampak $R^2 = 0.879$ atau sebesar 87.9% variabilitas variabel tergantung (dependen) y, dapat dijelaskan oleh variabel bebasnya (independen). Dari tabel yang sama diperoleh pula $R^2_{adj} = 0.849$ dengan standard error sebesar 0.25.

Output 3. Tabel **ANOVA** digunakan untuk melakukan uji signifikansi model regresi polinomial dengan langkah-langkah sebagai berikut:

i. $H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0, \exists j, i = 0,1,2,$

ii. Dipilih tingkat signifikansi 5%.

iii. Tabel ANAVA.

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	3.199	2	1.599	25.530	.001
Residual	.439	7	.063		
Total	3.637	9			

The independent variable is x.

Perhatikan kolom Sig. diperoleh Sig.=0.001. Karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.001$ maka H_0 ditolak. Dengan kata lain, variabel x signifikan berhubungan kuadratik terhadap variabel y.

Output 4. Dari Tabel **Coefficients kolom Unstandardized Coefficients B**, diperoleh model regresi kuadratik seperti [3.5].

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
x	.392	.058	4.030	6.757	.000
x ** 2	.009	.002	4.240	-6.188	.000
(Constant)	-.159	.501		-.318	.760

$$\hat{y} = -0.159 + 0.392x + 0.009x^2 \quad [3.5]$$

Dari kolom t dan Sig dianalisis bahwa:

- Koefisien β_0, diperoleh t=-0.318 dengan Sig.=0.76 karena $\alpha = 0.05 < \text{Sig} = 0.76$ sehingga dapat dikatakan bahwa β_0 tidak signifikan dalam model [3.5].

- Koefisien β_1, diperoleh t=6.757 dengan Sig.=0.000 karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.000$ sehingga dapat dikatakan bahwa β_1 signifikan dalam model [3.5].
- Koefisien β_2, diperoleh t=-6.188 dengan Sig.=0.000 karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.000$ sehingga dapat dikatakan bahwa β_2 signifikan dalam model [3.5].

Output 5. Plot dalam output 5 merupakan plot kuadratik dari model [3.5]. Nampak bahwa titik-titik sebaran data berada pada persekitaran fungsi kuadratik [3.5].

Regresi Eksponensial

Bentuk regresi eksponensial merupakan salah satu bentuk dari model non linier. Model pendekatan regresi eksponensial seperti rumus [3.6].

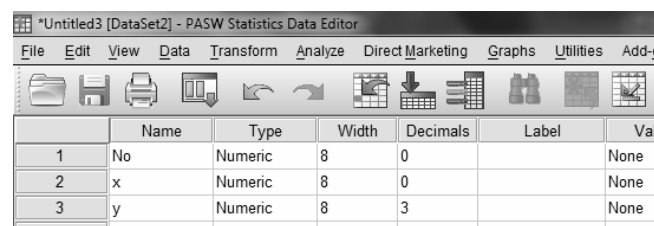
$$Y = \beta_0 + \beta_1 e^x \quad [3.6]$$

Aplikasi Regresi Eksponensial

Tabel 3.3 berisi data x dan y yang akan dicari model linier pendekatan menggunakan regresi ekponensial dan liniernya (Erika, 2008).

Tabel 3.3 Data Aplikasi Regresi Polinomial

No	x	y
1	1	5.000
2	10	3.500
3	20	3.100
4	30	2.000
5	40	1.900
6	50	1.205
7	60	1.100

Penyelesaian

Dalam aplikasi regresi eksponensial di atas, langkah-langkah dalam penyelesaian menggunakan analisis regresi eksponensial sebagai berikut.

Pendefinisian Variabel Data

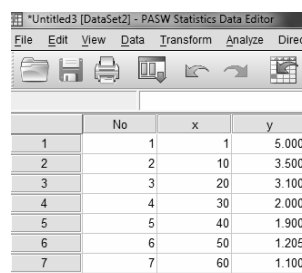
Perhatikan Tabel 3.3 terdapat 3 variabel data, yaitu No, x, dan y. Jadi akan didefinisikan terlebih dahulu variabel-variabel tersebut.

1. Buka **PASW 18.**
2. Buka window **PASW Data Editor – Variable View.**

   ➔ Variabel data : **No**, isikan pada baris 1.
   Name : **No**
   Decimals : **0**, abaikan kolom yang lain.

   ➔ Variabel data : **x**, isikan pada baris 2
   Name : **x**
   Decimals : **0**, abaikan kolom yang lain.

   ➔ Variabel data : **y**, isikan pada baris 3.
   Name : **y**
   Decimals : **3**, abaikan kolom yang lain.

Window **PASW Data Editor- Variable View** seperti Gambar 3.12.

Gambar 3.12 Variable View aplikasi regresi eksponensial

Input Variabel Data

Setelah variabel data didefinisikan, langkah selanjutnya memasukkan data sesuai dengan Tabel 3.3.

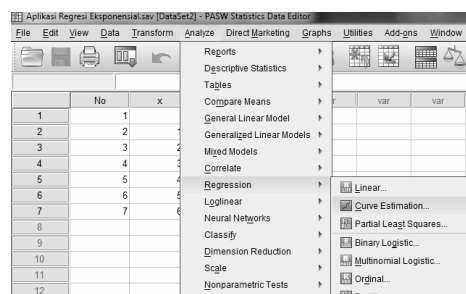
1. Buka **PASW Data Editor – Data View.**
2. Masukkan data sesuai dengan Tabel 3.3 sehingga **PASW Data Editor – Data View** nampak seperti Gambar 3.13.

Gambar 3.13 Data View aplikasi regresi eksponensial

3. Simpan data yang sudah dimasukkan dengan nama: **Aplikasi Regresi Eksponensial**. Data dapat dibuka pada Bonus CD dengan nama **Aplikasi Regresi Eksponensial.sav**.

Analisis PASW

Untuk menganalisis dengan PASW, user dapat melakukannya dari window aktif Variable View, Data View, maupun Data Viewer.

1. Klik **Analyze–Regression–Curve Estimation….**

Gambar 3.14 Analyze-Regression-Curve Estimation…

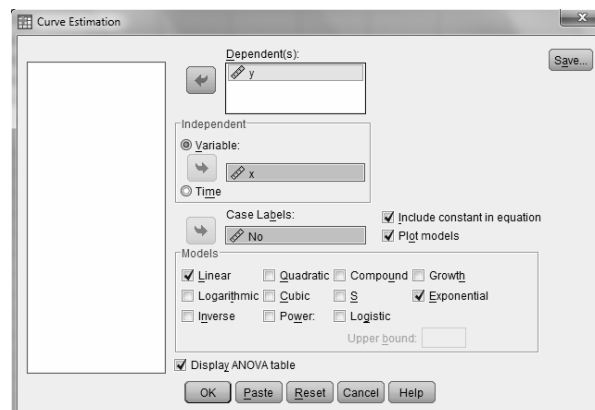
Dari langkah 1 di atas akan muncul kotak dialog Curve Estimation, isikan:

➔ Dependent(s): **y**, dengan cara arahkan kursor ke y kemudian klik sehingga **y** masuk ke kotak **Dependent**.

➔ Variable**: x,** dengan cara arahkan kursor ke x kemudian klik sehingga x masuk ke kotak variable (Independent).

➔ Case Labels**: No,** dengan cara arahkan kursor ke Toko_ke kemudian klik sehingga **No** masuk ke kotak **Case Labels.**

2. Klik **Linear.**
3. Klik **Exponential.**
4. Klik **Display ANOVA table.**

Tampilan kotak dialog Curve Estimation seperti Gambar 3.15.

Gambar 3.15 Curve Estimation

4. Klik **OK.**
5. Output. Hasil output dapat dibuka pada Bonus CD dengan nama **Aplikasi Regresi Eksponensial.spv**.

Output 1

Curve Fit

Model Description

Model Name		MOD_6
Dependent Variable	1	y
Equation	1	Linear
	2	Exponential[a]
Independent Variable		x
Constant		Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots		No

a. The model requires all non-missing values to be positive.

Case Processing Summary

	N
Total Cases	7
Excluded Cases[a]	0
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a. Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

		Variables	
		Dependent	Independent
		y	x
Number of Positive Values		7	7
Number of Zeros		0	0
Number of Negative Values		0	0
Number of Missing Values	User-Missing	0	0
	System-Missing	0	0

Output 2

y

Linear

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.957	.916	.899	.446

The independent variable is x.

Output 3

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	10.849	1	10.849	54.559	.001
Residual	.994	5	.199		
Total	11.844	6			

The independent variable is x.

Output 4

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
x	-.063	.009	-.957	-7.386	.001
(Constant)	4.440	.307		14.456	.000

Output 5

Exponential

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.987	.974	.969	.099

The independent variable is x.

Output 6

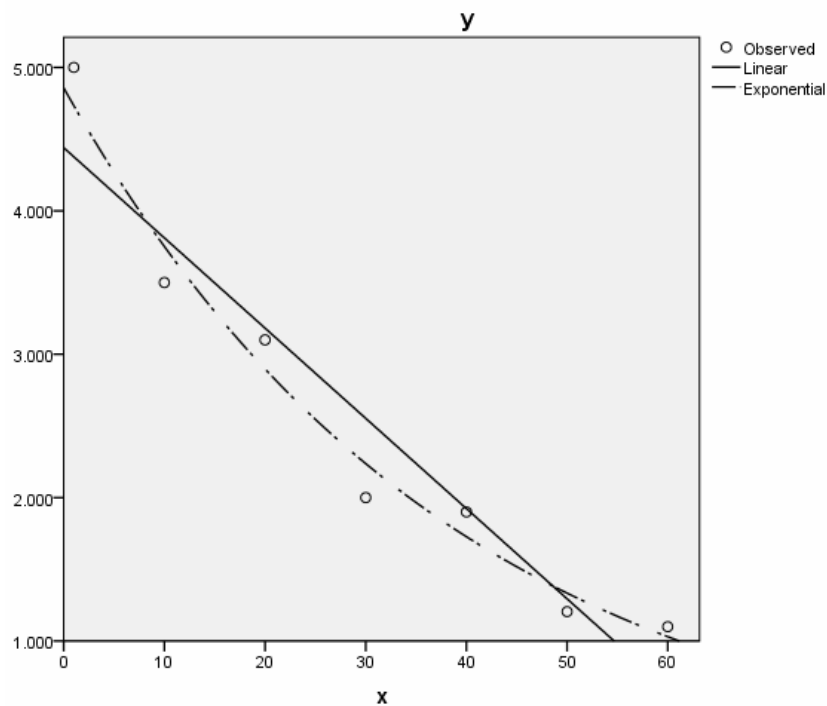
ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1.831	1	1.831	188.170	.000
Residual	.049	5	.010		
Total	1.879	6			

The independent variable is x.

Output 7

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
x	-.026	.002	-.987	-13.718	.000
(Constant)	4.857	.330		14.720	.000

The dependent variable is ln(y).

Output 8

Analisis dan Interpretasi

Output 1. Perhatikan Tabel **Model Description**, nampak bahwa variabel dependen adalah y dan independen x, dengan persamaan yang dibentuk adalah model Linier dan Eksponensial.

Tabel **Case Processing Summary**, memberikan informasi bahwa total data sebanyak 7 cases. Sedangkan Tabel **Variable Processing Summary** memberikan informasi tentang jumlah data yang bernilai positif, negatif, 0 dan missing data. Dari Tabel **Variable Processing Summary** diketahui semuanya ada 7 data bernilai positif.

Output 2. Perhatikan Tabel **Model Summary.** Dengan model regresi linier $\hat{y} = \beta_1 + \beta_2 x$ nampak $R^2 = 0.916$ atau sebesar 91.6% variabilitas variabel tergantung (dependen) y, dapat dijelaskan oleh variabel bebasnya (independen). Dari tabel yang sama diperoleh pula $R^2_{adj} = 0.899$ dengan standard error sebesar 0.446.

Output 3. Tabel **ANOVA** digunakan untuk melakukan uji signifikansi model regresi linier dengan langkah-langkah sebagai berikut:

i. $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$

   $H_1 : \beta_j \neq 0, \exists j, i = 1,2,$

ii. Dipilih tingkat signifikansi 5%.

iii. Tabel ANAVA.

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	10.849	1	10.849	54.559	.001
Residual	.994	5	.199		
Total	11.844	6			

The independent variable is x.

Perhatikan kolom Sig. diperoleh Sig.=0.001. Karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.001$ maka H_0 ditolak. Dengan kata lain, variabel x signifikan berhubungan linier terhadap variabel y.

Output 4. Dari Tabel **Coefficients kolom Unstandardized Coefficients B**, diperoleh model regresi linier seperti [3.7].

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
x	-.063	.009	-.957	-7.386	.001
(Constant)	4.440	.307		14.456	.000

$\hat{y} = 4.44 + -0.063x$ [3.7]

Dari kolom t dan Sig dianalisis bahwa:

- Koefisien β_1, diperoleh t=14.456 dengan Sig.=0.000 karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.000$ sehingga dapat dikatakan bahwa β_1 signifikan dalam model [3.7].
- Koefisien β_2, diperoleh t=-7.386 dengan Sig.=0.001 karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.001$ sehingga dapat dikatakan bahwa β_2 signifikan dalam model [3.7].

Output 5. Dari Tabel **Model Summary**, dengan model regresi Eksponensial diperoleh $R^2 = 0.974$ atau sebesar 97.4% variabilitas variabel tergantung (dependen) y, dapat dijelaskan oleh variabel bebasnya (independen) secara eksponensial. Dari tabel yang sama diperoleh pula $R^2_{adj} = 0.969$ dengan standard error sebesar 0.099. Apabila user membandingkan koefisien determinasi dari model regresi linier, nampak R^2 dari model regresi eksponensial lebih besar, artinya variabilitas y lebih banyak dapat diterangkan oleh variabel bebas x apabila model dalam bentuk eksponensial, dibanding dalam bentuk linier.

Output 6. Tabel **ANOVA** digunakan untuk melakukan uji signifikansi model regresi eksponensial dengan langkah-langkah sebagai berikut:

i. $H_0 : \beta_0 = \beta_1 = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0, \exists j, i = 0,1$

ii. Dipilih tingkat signifikansi 5%.

iii. Tabel ANAVA

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1.831	1	1.831	188.170	.000
Residual	.049	5	.010		
Total	1.879	6			

The independent variable is x.

Perhatikan kolom Sig. diperoleh Sig.=0.000. Karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.000$ maka H_0 ditolak. Dengan kata lain, variabel x signifikan berhubungan eksponensial terhadap variabel y. Apabila user membandingkan uji ANAVA untuk regresi linier dengan eksponensial maka nampak bahwa nilai Sig dari regresi eksponensial lebih kecil, yaitu Sig=0.000. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa variabel bebas signifikan berhubungan secara eksponensial terhadap y.

Output 6. Dari Tabel **Coefficients kolom Unstandardized Coefficients B**, diperoleh model regresi eksponensial seperti [3.8].

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
x	-.026	.002	-.987	-13.718	.000
(Constant)	4.857	.330		14.720	.000

The dependent variable is ln(y).

$$\hat{y} = 4.857 + -0.026e^{x} \qquad [3.8]$$

Dari kolom t dan Sig dianalisis bahwa:

- Koefisien β_0, diperoleh t=14.720 dengan Sig.=0.000 karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.000$ sehingga dapat dikatakan bahwa β_0 signifikan dalam model [3.8].
- Koefisien β_1, diperoleh t=-13.718 dengan Sig.=0.000 karena $\alpha = 0.05 > \text{Sig} = 0.000$ sehingga dapat dikatakan bahwa β_1 signifikan dalam model [3.8].

Output 7. Dari plot, nampak bahwa sebaran data memang berada pada persekitaran, baik pada kurva linier maupun eksponensial. Memang kedua model [3.7] maupun [3.8] dapat digunakan sebagai model untuk menerangkan variabel x, namun dilihat dari nilai R^2 user dapat cenderung memilih model regresi eksponensial [3.8] sebagai model untuk menerangkan y.